






## Current sensor having a wide range of operation

**Patent number:** EP0783110  
**Publication date:** 1997-07-09  
**Inventor:** MARCIOT DENIS (FR)  
**Applicant:** ABB CONTROL SA (FR)  
**Classification:**  
 - International: G01R15/20  
 - european: G01R15/20B  
**Application number:** EP19970400003 19970102  
**Priority number(s):** FR19960000065 19960105

Also published as:	
	FR2743423 (A1)
	EP0783110 (B1)
	
Cited documents:	
	EP0392439
	US5477135

### Abstract of EP0783110

The current sensor uses a circular ferro-magnetic core (1) with an air-gap (3), around the core is a winding (9) through which a primary current ( $I_p$ ) is passed. A Hall effect probe (3) is placed in the air-gap and a closed servo loop provides a measure of the voltage (VBF) representative of the primary current ( $I_p$ ).

It has at the terminals of the Hall probe (3) and connected to the servo loop (5,9), an amplifier (4) which produces a voltage (VBO) which represents the magnetic induction in the airgap. In addition it also uses an adder (11) in which are summed the voltages (VBO, VBF) to produce an output voltage ( $V_s$ ) proportional to the current ( $I_p$ ) in the primary winding.

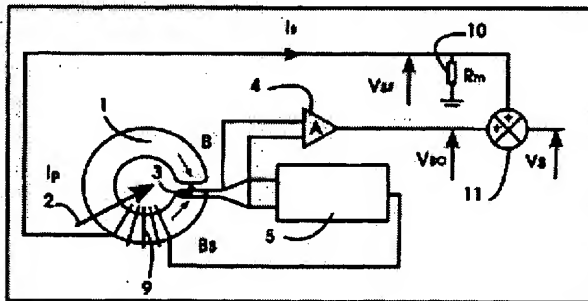


FIG.3

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 783 110 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
09.07.1997 Bulletin 1997/28

(51) Int Cl.<sup>6</sup> G01R 15/20

(21) Numéro de dépôt: 97400003.6

(22) Date de dépôt: 02.01.1997

(84) Etats contractants désignés:  
AT CH DE ES FR IT LI SE

(72) Inventeur: Marciot, Denis  
69003 Lyon (FR)

(30) Priorité: 05.01.1996 FR 9600065

(74) Mandataire: Laget, Jean-Loup  
Cabinet Loyer,  
78, avenue Raymond Poincaré  
75116 Paris (FR)

(71) Demandeur: ABB CONTROL  
F-69680 Chassieu (FR)

## (54) Capteur de courant à large gamme de fonctionnement

(57) Capteur de courant à large gamme de fonctionnement, comportant un tore ferromagnétique disposé autour du conducteur parcouru par l'intensité  $I_p$  du courant primaire à mesurer, une sonde de Hall disposée dans l'entrefer du tore et une boucle d'asservissement fermée fournissant une mesure de la tension  $V_{BF}$  représentative de l'intensité  $I_p$  du courant primaire.

Il comporte d'une part aux bornes de la sonde de Hall 3 et en dérivation sur la boucle d'asservissement 5, 9, un amplificateur 4 délivrant une tension  $V_{BO}$  représentative de l'induction magnétique dans l'entrefer, et d'autre part un additionneur 11 dans lequel sont additionnées lesdites tensions  $V_{BO}$  et  $V_{BF}$  pour constituer une tension de sortie  $V_s$  proportionnelle à l'intensité  $I_p$  du courant primaire.

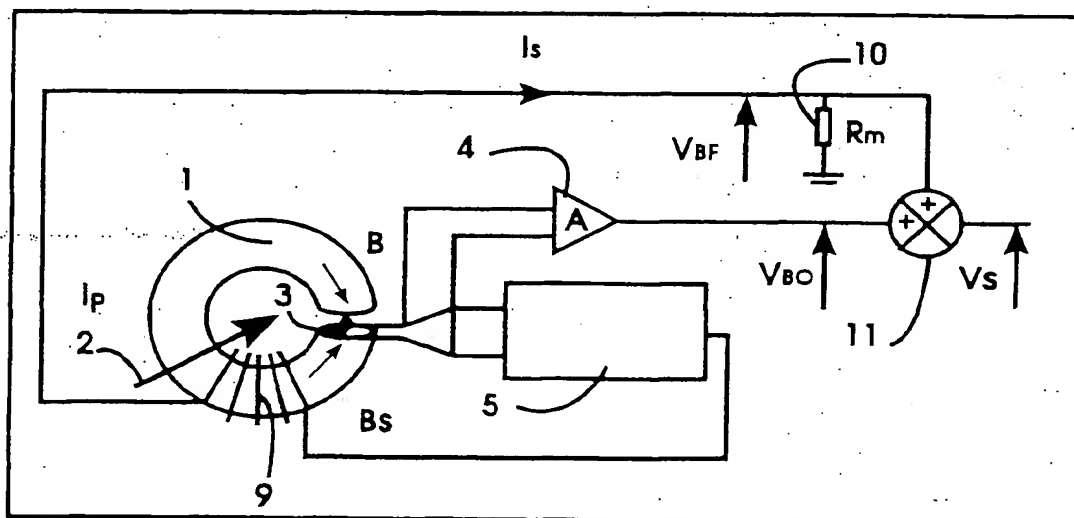


FIG.3

EP 0 783 110 A1

## Description

L'invention concerne un capteur de courant à large gamme de fonctionnement, et plus particulièrement un capteur de courant pour la protection et la commande d'un moteur.

Pour contrôler le courant absorbé par un moteur, il est nécessaire de disposer d'un capteur qui puisse mesurer avec précision le courant nominal relativement faible du moteur, mais aussi le courant de démarrage du moteur, qui peut atteindre dix fois la valeur du courant nominal.

Les capteurs de courant généralement utilisés comportent un tore ferromagnétique dans l'entrefer duquel est disposée une sonde à effet Hall. Cette sonde délivre une tension proportionnelle à l'induction magnétique créée par le courant à mesurer, ou courant primaire.

Un premier type de capteur de courant effectue la mesure du courant en boucle ouverte, et délivre une tension de sortie proportionnelle au courant primaire.

Pour assurer cette proportionnalité, le circuit magnétique doit être très bien défini, et la sonde doit être très linéaire et doit pouvoir mesurer des inductions élevées.

Un deuxième type de capteur de courant effectue la mesure du courant en boucle fermée, et délivre un courant secondaire proportionnel au courant primaire à mesurer. Lorsque le courant primaire augmente, une saturation du circuit électronique entraîne une perte de linéarité de la mesure.

Un but de l'invention est d'éviter les inconvénients des capteurs connus en proposant un capteur susceptible d'assurer une mesure linéaire dans une gamme étendue de courants primaires.

Un autre but de l'invention est de proposer un capteur utilisable pour la protection et la commande de moteurs, aussi bien en fonctionnement normal que pendant la période de démarrage.

L'invention a pour objet un capteur de courant à large gamme de fonctionnement, comportant un tore ferromagnétique disposé autour du conducteur parcouru par l'intensité  $I_p$  du courant primaire à mesurer, une sonde de Hall disposée dans l'entrefer du tore et une boucle d'asservissement fermée fournissant une mesure de la tension  $V_{SF}$  représentative de l'intensité  $I_p$  du courant primaire, caractérisé en ce qu'il comporte d'une part aux bornes de la sonde de Hall et en dérivation sur la boucle d'asservissement, un amplificateur délivrant une tension  $V_{BO}$  représentative de l'induction magnétique dans l'entrefer, et d'autre part un additionneur dans lequel sont additionnées lesdites tensions  $V_{BO}$  et  $V_{SF}$  pour constituer une tension de sortie  $V_s$  proportionnelle à l'intensité  $I_p$  du courant primaire.

Selon l'invention, le gain de l'amplificateur est déterminé pour que la tension de sortie  $V_s$  soit proportionnelle à l'intensité  $I_p$  du courant primaire, avec le même coefficient de proportionnalité, aussi bien pour les fai-

bles valeurs du courant primaire, pour lesquelles la tension  $V_{so}$  délivrée par l'amplificateur est pratiquement nulle, que pour les fortes valeurs du courant primaire.

D'autres caractéristiques ressortent de la description qui suit faite avec référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma simplifié d'un capteur de courant de type à boucle ouverte ;
- la figure 2 est un schéma simplifié d'un capteur de courant de type à boucle fermée ;
- la figure 3 est un schéma simplifié d'un exemple de réalisation d'un capteur de courant selon l'invention.

Sur la figure 1, un tore ferromagnétique 1 est disposé autour d'un conducteur 2 parcouru par un courant primaire  $I_p$ . Dans l'entrefer du tore est disposée une sonde de Hall 3, reliée à un amplificateur 4. Le courant primaire  $I_p$  crée une induction magnétique  $B$  proportionnelle au courant primaire  $I_p$ . Sous l'effet de cette induction, la sonde de Hall délivre une tension  $V_H$  proportionnelle à l'induction magnétique  $B$ . La tension  $V_H$  est amplifiée par l'amplificateur 4 qui délivre en sortie une tension  $V_{BO}$  proportionnelle au courant primaire  $I_p$ . Le capteur à boucle ouverte (BO) de la figure 1 assure une bonne linéarité de réponse entre la tension de sortie  $V_{BO}$  et l'intensité du courant d'entrée  $I_p$ , il fonctionne bien pour les intensités élevées, mais ne peut guère couvrir qu'une gamme d'intensités primaires dans un rapport inférieur à 20 : 1.

Sur la figure 2, un tore ferromagnétique 1 est disposé autour d'un conducteur 2 parcouru par un courant primaire  $I_p$ . Dans l'entrefer du tore est disposée une sonde de Hall 3 reliée à un circuit électronique 5. Ce circuit électronique 5 comprend un amplificateur 6, un circuit générateur de courant 7, et un condensateur 8 de contre-réaction.

La sortie du circuit électronique 5 est reliée à une bobine 9 enroulée autour du tore 1 et montée en série avec une résistance 10 reliée à la masse.

Le circuit électronique 5 délivre un courant secondaire  $I_s$ . Ce courant  $I_s$  en circulant dans la bobine 9 crée une induction magnétique  $B_s$  de sens opposé à l'induction  $B$  créée par le courant primaire  $I_p$ , et de même amplitude que l'induction  $B$ .

Le courant secondaire  $I_s$  est alors proportionnel au courant primaire  $I_p$ . Le capteur à boucle d'asservissement fermée (BF) de la Figure 2 assure une bonne linéarité de réponse entre l'intensité du courant de sortie  $I_s$  et l'intensité du courant d'entrée  $I_p$ . Il fonctionne bien pour les intensités faibles du courant primaire.

Le circuit électronique 5 est alimenté en courant continu sous quelques volts. De ce fait, lorsque l'intensité du courant primaire  $I_p$  augmente, le circuit électronique 5 ne peut plus fournir l'intensité du courant secon-

daire  $I_s$  suffisante pour que l'amplitude de l'induction  $B_s$  créée par la bobine 9 soit égale à celle de l'induction  $B$  créée par le courant primaire  $I_p$ . Il en résulte une saturation du circuit électronique et une perte de la linéarité de réponse. Le capteur de courant à boucle fermée de la figure 2 fonctionne bien pour les intensités faibles, mais ne peut guère couvrir qu'une gamme d'intensités primaires dans un rapport inférieur à 20 : 1.

Sur la figure 3, le tore ferromagnétique 1 est disposé autour d'un conducteur 2 parcouru par le courant primaire  $I_p$ . Dans l'entrefer du tore 1, est disposée une sonde de Hall 3. Cette sonde de Hall 3 est reliée en dérivation, d'une part à un amplificateur 4 comme celui de la figure 1, d'autre part à un circuit électronique 5 comme celui de la figure 2. La sortie du circuit électronique 5 alimente une bobine 9 montée en série avec une résistance 10 reliée à la masse.

Le courant secondaire  $I_s$  traverse la résistance 10, et la tension  $V_{BF}$  mesurée aux bornes de la résistance 10 est proportionnelle au courant secondaire. Cette tension  $V_{BF}$  est additionnée, dans un additionneur 11, à la tension  $V_{BO}$  de sortie de l'amplificateur 4. Cette tension  $V_{BO}$  correspond à la tension de sortie de la sonde à effet Hall, amplifiée par le gain de l'amplificateur 4.

La tension de sortie  $V_s$  de l'additionneur 11 est la somme des deux tensions  $V_{BO}$ , représentative de l'induction dans l'entrefer, et  $V_{BF}$ , représentative du courant primaire.

Le fonctionnement du capteur de courant selon l'invention s'analyse de la manière suivante :

Pour de faibles valeurs de courant primaire  $I_p$ , la boucle d'asservissement comprenant le circuit électronique 5 et la bobine 9 fonctionne efficacement. L'induction résultante dans le tore 1 est nulle et, en conséquence, la tension aux bornes de la sonde de Hall 3 est nulle. Il en résulte que la tension de sortie  $V_{BO}$  de l'amplificateur 4 est nulle et que la tension de sortie  $V_s$  est égale à la tension  $V_{BF}$  aux bornes de la résistance 10. Le capteur fonctionne en boucle fermée.

Si le courant primaire  $I_p$  augmente, le circuit électronique 5 est soumis à saturation, la boucle d'asservissement ne parvient à compenser que partiellement l'induction dans le tore 1. La tension aux bornes de la sonde de Hall 3 n'est plus nulle mais proportionnelle à l'induction magnétique résultante.

L'amplificateur 4 joue alors un rôle et délivre une tension  $V_{BO}$ . Selon l'invention, le gain  $A$  de l'amplificateur 4 est déterminé pour que la tension  $V_{BO}$ , en s'ajoutant à la tension  $V_{BF}$  dans l'additionneur 11, reconstitue la tension de sortie  $V_s$  sous une forme proportionnelle au courant primaire  $I_p$ , avec le même coefficient de proportionnalité que pour les courants primaires de faible intensité.

De cette manière, pour un courant primaire  $I_p$  faible, le capteur fonctionne en boucle fermée et sa tension de sortie est :  $V_s = V_{BF}$

avec  $V_s = K I_p$  ( $K$  = coefficient de proportionnalité)

Et lorsque le courant primaire augmente, la tension

de sortie devient :

$$V_s = V_{BF} + V_{SO}$$

avec toujours  $V_s = K I_p$

le coefficient de proportionnalité étant le même.

La tension de sortie  $V_s$  représentative de l'intensité du courant primaire  $I_p$  est alors constituée de deux composantes  $V_{BF}$  et  $V_{BO}$  qui s'additionnent pour reconstituer une tension de sortie  $V_s$  proportionnelle au courant primaire. Cette disposition permet de mesurer des intensités de courant primaire avec une bonne linéarité, dans un rapport voisin de 100 : 1.

### Revendications

1. Capteur de courant à large gamme de fonctionnement, comportant un tore ferromagnétique disposé autour du conducteur parcouru par l'intensité  $I_p$  du courant primaire à mesurer, une sonde de Hall disposée dans l'entrefer du tore et une boucle d'asservissement fermée fournissant une mesure de la tension  $V_{BF}$  représentative de l'intensité  $I_p$  du courant primaire, caractérisé en ce qu'il comporte d'une part aux bornes de la sonde de Hall (3) et en dérivation sur la boucle d'asservissement (5, 9), un amplificateur (4) délivrant une tension  $V_{BO}$  représentative de l'induction magnétique dans l'entrefer, et d'autre part un additionneur (11) dans lequel sont additionnées lesdites tensions  $V_{BO}$  et  $V_{BF}$  pour constituer une tension de sortie  $V_s$  proportionnelle à l'intensité  $I_p$  du courant primaire.
2. Capteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gain dudit amplificateur (4) est déterminé pour que la tension de sortie  $V_s$  soit proportionnelle à l'intensité  $I_p$  du courant primaire, avec le même coefficient de proportionnalité, aussi bien pour les faibles valeurs du courant primaire, pour lesquelles la tension  $V_{SO}$  délivrée par l'amplificateur (4) est pratiquement nulle, que pour les fortes valeurs du courant primaire.

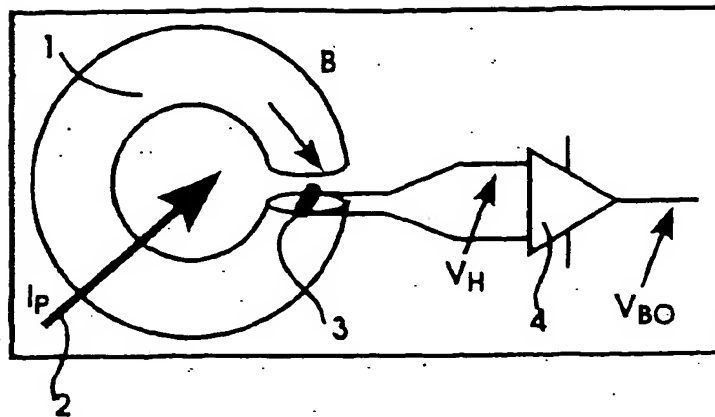


FIG. 1

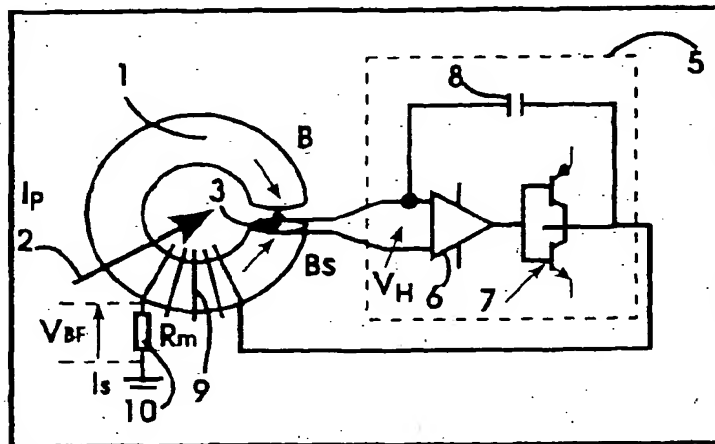


FIG. 2

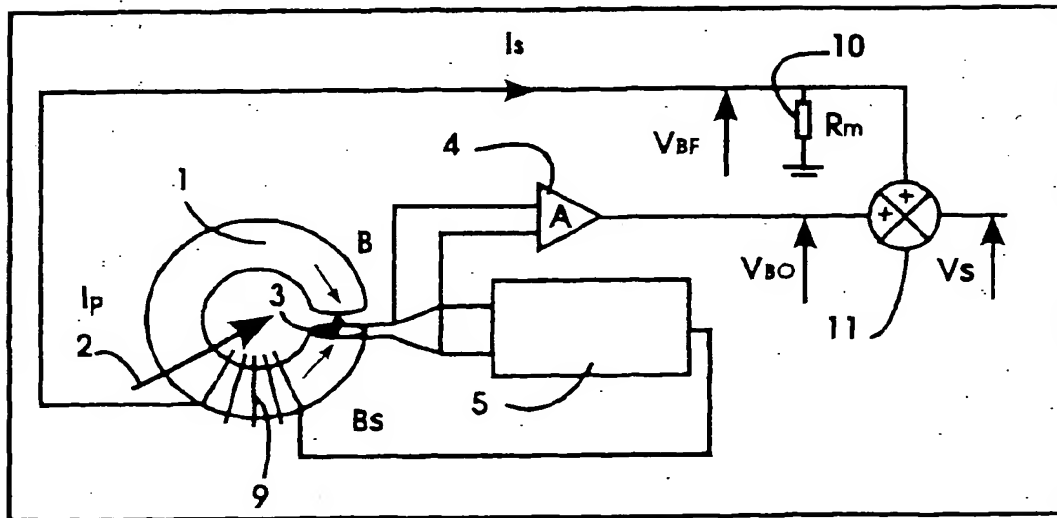


FIG. 3



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 97 40 0003

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	GHISLANZONI L: "MAGNETIC COUPLED CURRENT SENSING TECHNIQUES FOR SPACECRAFT POWER SYSTEMS" 2 Octobre 1989, EUROPEAN SPACE POWER, MADRID, OCT. 2 - 6, 1989, VOL. 1, PAGE(S) 323 - 327, LANDEAU J XP000163967 * page 323 - page 324; figures 1-3,6 *	1	G01R15/20
X	EP 0 392 439 A (LEM LIAISONS ELECTRON MEC) 17 Octobre 1990 * revendications 1,3 *	1	
A	US 5 477 135 A (BAKER CLIFFORD E) 19 Décembre 1995 * revendication 1 *	1,2	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			G01R
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 Mars 1997	Examineur Six, G
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 01/91 (PWC03)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**